Iranian Journal of Field Crops Research
Homepage: https://jcesc.um.ac.ir

Research Article
Vol. 20, No. 3, Fall 2022, p. 319-333

The Effect of Simultaneous Application of Organic Fertilizers and Potassium Sulfate on Yield and Characteristics of Saffron Flowers and Stigmas (*Crocus sativus* L.)

M. Moradi[1], P. Rezvani Moghaddam[2*], R. Khorassani[3]

Received: 28-12-2021 Revised: 23-02-2022 Accepted: 23-02-2022	**How to cite this article:** Moradi, M., Rezvani Moghaddam, P., and Khorassani, R. 2022. The Effect of Simultaneous Application of Organic Fertilizers and Potassium Sulfate on Yield and Characteristics of Saffron Flowers and Stigmas (*Crocus sativus* L.). Iranian Journal of Field Crops Research 20 (3): 319-333. (in Persian with English abstract). DOI: 10.22067/jcesc.2022.74419.1133.

Introduction

Saffron (*Crocus sativus* L.) is a perennial plant of the Iridaceae family and is cultivated in Iran, Morocco, India, Greece, Italy, and Spain. Iran is considered the main producer of saffron, with the most optimum climate for saffron. Today, the dramatic increase in food production in the world requires high amounts of chemical fertilizers. However, some of the adverse effects of chemical fertilizer overuse in conventional farming practices have been well reported. In this regard, manure can be a good alternative, which can guarantee both agricultural production and nature protection. Potassium is one of the most important nutrients for plant growth after nitrogen. In spice plants, potassium indirectly improves nitrogen utilization and protein formation, flower size, flower yield, oil content, color, etc. in spice plants. This study investigated the effect of different animal manures in combination with different levels of potassium sulfate on saffron flower criteria.

Materials and Methods

The factorial experiment was carried out based on a randomized complete block design with three replications at the agricultural lands of Jovein County, during the three cropping years of 2015-16, 2016-17, and 2017-18. The first factor includes three types of organic manure: laying poultry manure (5 and 10 $ton.ha^{-1}$), broiler poultry manure (5 and 10 $t.ha^{-1}$) and cow manure (20 and 40 $ton.ha^{-1}$) and control (without the use of organic manure) and the second factor includes different amounts of potassium sulfate fertilizer (0, 100 and 150 $kg.ha^{-1}$). The basis for determining the consumption of each organic fertilizer was applied based on the recommended nitrogen and soil test. Saffron was cultivated in September 2015 in the length of 3 m and width of 1 m plots. Flower yield was determined randomly from 40 × 50 cm^{-2} quadrates. Data analysis and figure drawing were performed using SAS 9.1 and MS-Excel software.

Results and Discussion

The results of analysis of variance in two years showed that the effect of animal manure and potassium sulfate and their interaction were significant on the number of flowers, total flower weight, stigma dry weight, and style dry weight. Also, potassium sulfate and manure's main effects and interaction were significant on the dry weight of flowers without stigma and style in the second year. However, the main effects of potassium sulfate and manure significantly affected on the dry weight of flowers without stigma and style, but their interaction was not significant in the third year. The highest number of flowers was obtained in the treatment of 150 $kg.ha^{-1}$ potassium sulfate and 40 $ton.ha^{-1}$ cow manure in the second year, and it was obtained in the treatment of 150 $kg.ha^{-1}$ potassium sulfate ten $ton.ha^{-1}$ laying poultry manure in the third year. The highest total flower

1- Ph.D. Student of Agroecology, Department of Agrotechnology, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran
2- Professor, Department of Agrotechnology, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran
3- Associate Professor, Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran
(*- Corresponding Author Email: rezvani@um.ac.ir)
DOI: 10.22067/jcesc.2022.74419.1133

weight belonged to the treatment of 150 kg.ha^{-1} potassium sulfate and 10 ton.ha^{-1} was laying poultry manure in second and three years. The highest stigmas dry weight was observed in 100 kg.ha^{-1} potassium sulfate and 40 ton.ha^{-1} cow manure treatment in the second year, and the highest amount of this trait was related to the treatment of 100 kg.ha^{-1} potassium sulfate and ten ton.ha^{-1} broiler poultry manure in the third year. The results of this experiment indicate that the application of animal manures and potassium sulfate combination has positive effects on improving the yield of saffron flowers and eco-friendliness. It seems that the combination of animal manures and chemical fertilizers can reduce the use of chemical fertilizers.

Conclusion

The results of this study showed that the best treatment for most traits was 150 kg.ha^{-1} potassium sulfate and 40 ton.ha^{-1} cow manure interaction treatment in the second and third years, and then the 150 kg.ha^{-1} potassium sulfate and ten ton.ha^{-1} laying poultry manure treatment could be mentioned as the superior treatment. In general, according to the findings of this study, it seems that the simultaneous application of optimal amounts of ecological inputs and chemical fertilizers of potassium sulfate can reduce the destructive effects caused by excessive use of chemical fertilizers on this valuable medicinal plant while improving the properties of saffron flowers.

Keywords: Broiler poultry manure, Cow manure, Ecological inputs, Medicinal plant, Number of flowers

نشریه پژوهشهای زراعی ایران
Homepage: https://jcesc.um.ac.ir

مقاله پژوهشی

جلد ۲۰، شماره ۳، پاییز ۱٤۰۱، ص ۳۳۳-۳۱۹

تأثیر کاربرد همزمان کودهای آلی و سولفات پتاسیم بر عملکرد و خصوصیات گل و کلاله زعفران (*Crocus sativus* L.)

محسن مرادی[۱]، پرویز رضوانی مقدم[۲*]، رضا خراسانی[۳]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۰/۰۷
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۲/۰۴

چکیده

به‌منظور ارزیابی تأثیر کودهای مختلف بر خصوصیات گل زعفران آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکـرار در طی سه سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴، ۹۶-۱۳۹۵ و ۹۷-۱۳۹۶ در شهرستان جوین اجرا شد. فاکتور اول شامل سه نوع کود آلی مرغی تخم‌گذار (۵ و ۱۰ تن در هکتار)، گوشتی (۵ و ۱۰ تن در هکتار)، کود گاوی (۲۰ و ۴۰ تن در هکتار) و شاهد و فاکتور دوم مقادیر مختلف کود سـولفات پتاسـیم (صـفر، ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار) بود. نتایج نشان داد در سال دوم، بیشترین تعداد گل و وزن خامه در متر مربع در تیمار ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم و ۴۰ تن در هکتار کود گاوی در هکتار به‌دست آمد که نسبت به تیمار شاهد بدون استفاده از کود دامی و سولفات پتاسیم به‌ترتیـب بـه میـزان ۹۰ و ۱۴۲ درصد بیشتر بود. بیشترین وزن تر گل در متر مربع در هر دو سال، تعداد گل در متر مربع در سال سوم در تیمار ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم و ۱۰ تن در هکتار کود مرغی تخم‌گذار در هکتار حاصل شد. بیشترین وزن خشک کلاله در متر مربع و وزن خشک گل بدون کلاله و خامه در متر مربع در سال دوم در تیمار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم و ۴۰ تن در هکتار کود گاوی مشاهده شد. بیشترین وزن خشک کلاله (۹۶ درصد نسـبت بـه شاهد) و خامه (۱۰۴ درصد نسبت به تیمار شاهد) در سال سوم در تیمار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم و ۱۰ تن در هکتار کود مرغی گوشـتی و وزن خشک گل بدون کلاله و خامه در سال سوم در تیمار ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم و ۱۰ تن در هکتار کود مرغـی گوشـتی حاصـل شـد. به‌طور کلی، با توجه به یافته‌های این پژوهش، به نظر می‌رسد با کاربرد همزمان مقادیر بهینه نهاده‌هـای اکولوژیـک و کـود شـیمیایی سـولفات پتاسـیم می‌توان ضمن بهبود خصوصیات گل زعفران اثرات مخرب مصرف بی‌رویه کودهای شیمیایی در این گیاه دارویی ارزشمند را کاهش داد.

واژه‌های کلیدی: تعداد گل، کود گاوی، کود مرغی گوشتی، گیاه دارویی، نهاده اکولوژیک

مقدمه

زعفران (*Crocus sativus* L.) گیـاهی چنـد سـاله و از خـانواده زنبقیان[۴] است که در ایران، مراکش، هند، یونان، ایتالیا و اسپانیا کشت می‌شـود (Tabibian *et al.*, 2020). ایـران بـا بهتـرین اقلـیم بـرای زعفران، به‌عنوان تولیدکننده اصلی زعفـران در نظـر گرفتـه مـی‌شـود (Tabibian *et al.*, 2020). تولید سالانه زعفـران در سراسـر جهـان بیش از ۴۵۰ تن در سال است که ایران حدود ۹۴ درصد از این تولیـد را پوشش می‌دهد. استان خراسـان بهتـرین مکـان دنیـا بـرای تولیـد زعفران مرغوب است (Moallem Banhangi *et al.*, 2021). کلالـه جزء شناخته‌شده زعفران که ادویه بسیار گران قیمتی است و به‌عنـوان طعم‌دهنده غذا، رنگ‌دهنده و داروی گیاهی سـنتی اسـتفاده مـی‌شـود (Pandita, 2020). مهم‌ترین اثرات دارویی و درمانی زعفـران شـامل اثرات آنتی‌اکسیدانی، ضد تومور، ضد درد، ضد التهـاب، ضـد سـرفه و مقاومت به انسولین می‌باشد (Moallem Banhangi *et al.*, 2021).

امروزه افزایش چشـمگیر تولیـد مـواد غـذایی در جهـان نیازمنـد استفاده از مقادیر بالای کودهای شیمیایی اسـت (Kianimanesh *et al.*, 2021). با این حال، برخی از اثرات نامطلوب استفاده بیش از حـد از کودهای شیمیایی در شیوه‌های کشاورزی مرسوم به خوبی گـزارش شده‌اند (Bakhtiari *et al.*, 2020). کودهای شیمیایی از طریق آلوده

۱- دانشجوی دکترای گروه اگروتکنولوژی، دانشکده کشاورزی، پـردیس بـین‌الملـل دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران
۲- استاد گروه اگروتکنولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشـهد، ایران
۳- دانشیار گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسـی مشـهد، مشـهد، ایران
(*- نویسنده مسئول: Email: rezvani@um.ac.ir)
DOI: 10.22067/jcesc.2022.74419.1133
4- Iridaceae

کردن خاک و آب، خطر اصلی برای سلامت انسان هستند (Mondal *et al.*, 2017). در ایران برای جبران کمبود عناصر غذایی در خاک از کودهای شیمیایی به مقدار زیاد استفاده می‌شود (Kianimanesh *et al.*, 2021). برای به حداقل رساندن تجمع آلاینده‌ها در اکوسیستم‌های زراعی، باید مواد شیمیایی سمی به‌ویژه آفت‌کش‌ها و کودهای شیمیایی در فرآیند کشاورزی کاهش یابد (Kianimanesh *et al.*, 2021). در این زمینه محصولات ارگانیک جایگزین مناسبی برای توسعه کشاورزی پایدار است. اخیراً در ایران، استفاده از ترکیبات سازگار با محیط‌زیست افزایش یافته است (Kianimanesh *et al.*, 2021). نهاده‌های آلی هم تولیدات کشاورزی و هم حفاظت از طبیعت را ضمانت می‌کنند (Bakhtiari *et al.*, 2020). استفاده از کودهای دامی از گذشته در کشاورزی جایگاه ویژه‌ای داشته است و امروزه می‌تواند نقش موثری در کشاورزی پایدار و ارگانیک داشته باشد (Aminifard and Amiri, 2021). به طوری که محققان بیان کردند که تا ۶۷ درصد تغییرات عملکرد زعفران تحت تأثیر کود دامی و کود فسفره است (Behdani *et al.*, 2005). در مطالعه دیگری به نقش موثر کود دامی در افزایش عملکرد گل و تحریک تولید بنه زعفران اشاره شد (Koocheki *et al.*, 2013). حسن زاده اول و همکاران (Hassanzadeh Aval *et al.*, 2013) نشان دادند که کود گاوی در سال دوم تأثیر معنی‌داری بر تعداد و وزن تر کل گل و وزن کلاله زعفران داشت. در مطالعه دیگر مصرف همزمان کود گاوی و اسید هیومیک باعث افزایش وزن خشک کلاله و وزن تر کل گل تازه نسبت به شاهد شد (Mollafilabi and Khorramdel, 2016).

کود مرغی به‌طور سنتی به‌عنوان یک محصول زائد در نظر گرفته می‌شود و برای بازیافت مواد مغذی، عمدتاً نیتروژن (N)، فسفر (P) و پتاس (K) در محصولات و مراتع اطراف استفاده می‌شود (Hoover *et al.*, 2018). کود مرغی اغلب برای برآوردن نیاز N محصول استفاده می‌شود که منجر به مصرف بیش از حد فسفر می‌شود. در حالی که مزایای زراعی آن به خوبی ثابت شده است، جنبه‌های زیست‌محیطی مدیریت کود مرغی در درجه اول بر کیفیت آب متمرکز شده است (Hoover *et al.*, 2018). در میان کودهای حیوانی، کودهای مرغی به دلیل مقدار نیتروژن بالاتر، تأمین عناصر غذایی مختلف، و نقش آن‌ها در بهبود ویژگی‌های فیزیکو شیمیایی خاک همواره مورد توجه بوده‌اند. نزدیک به ۷۴ درصد از فسفر کل و ۴۰ درصد از نیتروژن کل موجود در کود مرغی به شکل قابل دسترس می‌باشد (Ghosh *et al.*, 2004). کود مرغی دارای خواصی مانند آزادسازی تدریجی نیتروژن (کاهش آبشویی نیترات)، ترکیبات پتاسیم و کلسیم (که این ترکیبات موجب کاهش اسیدی شدن خاک می‌گردد) و ماده آلی (افزایش ظرفیت نگهداری آب و مواد غذایی) می‌باشد (Ghosh *et al.*, 2004). یک بررسی جدید و جامع از ۹۰ مطالعه، تأثیر کود مرغی بر عملکرد محصول را در مقایسه با کاربرد کود معدنی نشان داد. به طور کلی، نتایج به نوع خاک، خاک‌ورزی، روش کاربرد و سیستم کشت بستگی دارد (Lin *et al.*, 2018). به طور کلی، کود مرغی تحت شیوه‌های کشت نواری یا بدون خاک‌ورزی، عملکرد را به‌طور قابل‌توجهی افزایش می‌دهد. عملکرد بیشتر در محصولات پنبه، ذرت، سویا، و بادام زمینی اصلاح شده با کود مرغی مشاهده شده است (Hoover *et al.*, 2018). امینی‌فرد و قلی‌زاده (Aminifard and Gholizade, 2018) گزارش دادند که کاربرد کود مرغی خصوصاً در سطوح پایین (پنج تن در هکتار) نقش مفید و مؤثری در بهبود ویژگی‌های کیفی گیاه دارویی زعفران داشت. دانشمندی و سیدی (Daneshmandi and Seyyedi, 2019) در آزمایش خود نشان دادند که کاربرد کود مرغی اثر مثبتی بر رشد و جذب مواد مغذی بنه زعفران داشت.

علی‌رغم مطالعات انجام شده در زمینه مدیریت تغذیه‌ای زعفران، در مورد نیازهای تغذیه‌ای زعفران و نهاده‌های تغذیه‌ای که می‌توان در تولید این محصول ارزشمند استفاده کرد، اختلاف نظرهای زیادی وجود دارد (Rezvani Moghaddam *et al.*, 2014). پتاسیم، پس از نیتروژن یکی از مهم‌ترین عناصر غذایی در رشد و نمو گیاهان می‌باشد که علاوه بر وظایف فیزیولوژیکی بسیار مهمی که در گیاه به عهده دارد در بهبود کیفیت محصولات کشاورزی نیز جایگاه ویژه‌ای به خود اختصاص داده است (Zabihi and Feizi, 2014). مطالعات زیادی در مورد اثر پتاسیم بر گیاهان صورت گرفته است که نشان‌دهنده اثر مثبت و مفید آن در افزایش رشد رویشی و بهبود عملکرد و کیفیت محصولات دارد (Zabihi and Feizi, 2014). در خاک‌های ایران به علت بارش کم و عدم آبشویی زیاد انتظار است میزان پتاسیم بالا باشد اما به دلیل شنی بودن خاک و کم بودن مواد آلی و عدم مصرف کودهای پتاسیمی و کاشت پی در پی و در نظر نگرفتن آیش خاک‌های اکثر مزارع کشاورزی تهی از پتاسیم شده است (Malakouti *et al.*, 2010). پتاسیم به‌عنوان منبع تغذیه‌ای نقش مهمی در مرحله رشد زایشی گیاهان دارد و باعث تحریک گلدهی و افزایش عملکرد گیاهان گلدار می‌شود (Khayyat *et al.*, 2018) و اغلب به‌عنوان یک عنصر کیفی برای تولید محصولات زراعی شناخته می‌شود. پتاسیم به‌طور غیرمستقیم استفاده از نیتروژن و تشکیل پروتئین، وزن تر کل گل، محتوای روغن، رنگ و غیره را در گیاهان ادویه‌ای بهبود می‌بخشد (Akbarian *et al.*, 2012). در تحقیقی بر روی زعفران نشان داده شد که غوطه‌ور کردن پیاز در غلظت ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر نیترات پتاسیم به‌ترتیب منجر به افزایش ۱۹ و ۳۰ درصدی مقادیر قطر و متوسط وزن پیازهای دختری گردید (Jabbari *et al.*, 2017).

امروزه زعفران مورد استقبال هرچه بیشتر در بازارهای جهانی قرار گرفته است، از این رو نیاز به اصلاح روش‌های تولید و مدیریت به‌زراعی زعفران و توسعه تکنولوژی‌های جدید جهت ارتقا و بهبود

تولید این محصول وجود دارد. به دلیل اثرات کودهای دامی و شیمیایی بر زعفران و ضررهایی که در نتیجه کاربرد زیاد کودهای شیمیایی و از آنجا که میزان عملکرد زعفران در سال اول به میزان زیادی تحت تأثیر اندازه‌های بنه‌ها است که به‌عنوان بذر کشت می‌شوند و همین‌طور مطالعه اندکی که در زمینه تأثیر کود سولفات پتاسیم بر گیاه زعفران و اهمیت آن انجام شده است بنابراین هدف از اجرای این طرح ارزیابی اثرات کودهای دامی و سولفات پتاسیم بر عملکرد گل و ویژگی‌های گل زعفران جهت بهینه‌سازی تولید آن است.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در طی سه سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴، ۹۶-۱۳۹۵ و ۹۷-۱۳۹۶ در اراضی کشاورزی شخصی واقع در شهرستان جوین واقع در ۷۵ کیلومتری شمال غربی شهرستان سبزوار با مختصات محدوده تقریبی ۳۶ درجه و ۲۵ دقیقه تا ۳۶ درجه و ۵۰ دقیقه عرض شمالی و ۵۷ درجه و ۱۲ دقیقه تا ۵۷ درجه تا ۵۳ دقیقه شرقی، با ارتفاع ۱۱۰۰ متر از سطح دریا اجرا شد.

محل اجرای آزمایش از نظر اقلیمی دارای آب و هوای نیمه‌خشک با تابستان‌های گرم و خشک و زمستان‌های سرد و نیمه‌خشک بود. بر اساس داده‌های بلندمدت هواشناسی منطقه، میزان بارندگی سالیانه ۲۵۱ میلی‌متر، تبخیر سالیانه ۲۱۸۴ میلی‌متر، میانگین دمای هوا ۱۳/۵ درجه سانتی‌گراد و میانگین دمای خاک ۱۴/۵ درجه سانتی‌گراد بود. داده‌های هواشناسی طی دوره اجرای پژوهش در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱- آمار هواشناسی (ماهانه) ایستگاه سینوپتیک جوین طی دوره آزمایش در سال‌های ۹۵-۱۳۹٤، ۹٦-۱۳۹۵ و ۹۷-۱۳۹٦

Table 1- Meteorological statistics (monthly) of Joveyn station during the experimental period in 2015-2016, 2016-2017 and 2017-2018

ماه Year	بارش Rainfall (mm)	دمای میانگین Average temperature (°C)	دمای حداکثر Max temperature (°C)	دمای حداقل Min temperature (°C)
2015-16	153.7	7.78	22.07	15.33
2016-17	124.7	7.37	22.43	14.72
2017-18	101.4	8.14	30.25	15.76

فاکتور اول شامل هفت سطح کود آلی مرغی تخم‌گذار (به‌ترتیب ۵ و ۱۰ تن در هکتار)، کود مرغی گوشتی (۵ و ۱۰ تن در هکتار) (Aminifard and Gholizade, 2018) و کود گاوی (۲۰ و ۴۰ تن در هکتار) و شاهد بدون استفاده از کود و فاکتور دوم شامل مقادیر مختلف کود سولفات پتاسیم (صفر، ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار) (Akrami *et al.*, 2015) بود. قبل از انجام آزمایش، از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری خاک به‌طور تصادفی نمونه‌گیری انجام شد که نتایج آن در جدول ۲ و در جدول ۳ نیز خصوصیات شیمیایی کودهای آلی مصرفی نشان داده شده است. مقادیر تیمارهای کود دامی و شیمیایی در هر سه سال (بعد از عملیات آماده‌سازی زمین در شهریور ماه) اعمال شد (جدول ۴). لازم به ذکر است که مقادیر مشخص شده بر اساس آزادسازی ۵۰ درصد از عناصر غذایی از کودهای آلی در هر سه سال تعیین گردید.

عملیات تهیه زمین شامل شخم، دیسک و تسطیح زمین در شهریورماه ۱۳۹۴ انجام گردید. پس از آماده‌سازی زمین، تیمارهای کودی در نسبت‌های ذکرشده اعمال شد. بدین ترتیب که کودهای آلی کاملاً پوسیده ابتدا نرم و سرند گردید و سپس بر اساس سطح هر کرت و تیمار مربوطه توزین و قبل از کاشت تا عمق ۲۰ سانتی‌متر با خاک به‌طور کامل مخلوط شد. کشت زعفران در شهریورماه ۱۳۹۴ در کرت‌هایی به طول ۳ متر و عرض ۱ متر و به‌صورت ردیفی و با تراکم ۱۰۰ بنه در متر مربع با فاصله ردیف ۱۰ سانتی‌متر و فاصله روی ردیف ۱۰ سانتی‌متر انجام گرفت.

جدول ۲- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

Table 2- Soil chemical and physical characteristics of the experimental site

Soil texture	Available nitrogen (%)	P (mg.kg^{-1})	K (mg.kg^{-1})	pH	EC (dS.m^{-1})	OC (%)
لوم سیلتی (Silt loam)	0.07	11.16	208	7.68	2.56	0.51

جدول ۳- خصوصیات شیمیایی کودهای آلی مورد آزمایش

Table 3- Chemical characteristics of used organic fertilizers

عناصر Elements	واحد Unit	کود مرغی تخم‌گذار Laying poultry manure	کود مرغی گوشتی Broiler manure	کود گاوی Cow manure
ازت (N)	%	3.61	4.57	2.26
فسفر (P)	%	1.99	1.86	0.64
پتاس (K)	%	1.66	1.57	1.04
کلسیم (Ca)	%	7.09	5.3	1.42
منیزیم (mg)	%	0.89	0.84	0.44
سدیم (Na)	%	0.31	0.29	0.15
گوگرد (S)	%	0.61	0.6	0.40
روی (Zn)	$mg.kg^{-1}$	462.31	457.32	209.85
مس (Cu)	$mg.kg^{-1}$	124.92	121.6	54.78
منگنز (Mn)	$mg.kg^{-1}$	528.39	428.4	238.18
آهن (Fe)	$mg.kg^{-1}$	1681.22	1592.3	1856.13
ماده آلی (OC)	%	73.63	72.1	85.19
EC	($dS\ m^{-1}$)	46	48	19.74
pH		7.5	7.4	7.5

جدول ٤- مقادیر کود آلی مصرفی (کیلوگرم در متر مربع) برای سه سال

Table 4- Amounts of organic fertilizer used ($kg.m^{-2}$) for three years

٤۰ تن در هکتار کود گاوی Cow manure ($40\ ton.ha^{-1}$)	۲۰ تن در هکتار کود گاوی Cow manure ($20\ ton.ha^{-1}$)	۱۰ تن در هکتار کود مرغی گوشتی Broiler poultry manure ($10\ ton.\ ha^{-1}$)	۵ تن در هکتار کود مرغی گوشتی Broiler poultry manure ($5\ ton.ha^{-1}$)	۱۰ تن در هکتار کود مرغی تخم‌گذار Laying poultry manure ($10\ ton.ha^{-1}$)	۵ تن در هکتار کود مرغی تخم‌گذار Laying poultry manure ($5\ ton.ha^{-1}$)
12	6	3	1.5	3	1.5

با توجه به ماهیت کودی بودن فاکتورهای آزمایشی و به‌منظور جلوگیری از اختلاط آب بلوک‌ها و همچنین جهت سهولت در ثبت اطلاعات بین هر دو تکرار یک متر فاصله به‌عنوان راهرو در نظر گرفته شد، بنه‌های مورد نیاز با میانگین وزنی ۱۰ تا ۱۵ گرم از منطقه صفی‌آباد زاوه تهیه و سپس با حذف فلس‌های خارجی کشت با دست در عمق ۲۰ سانتی‌متری انجام شد. مقدار آبیاری طی سه سال با توجه به عرف منطقه و دبی خروجی آب لوله که ۳۲ لیتر در ثانیه و زمان آبیاری (۳۰ دقیقه) مساحت زمین (۳۰۰ متر مربع) ۶۰۰۰ متر مکعب در هکتار برآورد شد. آبیاری در چهار نوبت بر اساس عرف منطقه (۱ مهر، ۵ آذر، ۲۰ اسفند و ۱۵ اردیبهشت) انجام و با استفاده از شبکه‌های پلی‌اتیلنی به کرت‌ها منتقل گردید. در هر سه سال آزمایش کنترل علف‌های هرز از طریق وجین دستی در دو نوبت بهمن ماه و فروردین ماه انجام شد. در طول دوره آزمایش هیچ‌گونه آفت‌کش یا علف‌کش شیمیایی مورد استفاده قرار نگرفت. گلدهی حدود یک ماه (دهه اول آبان ماه برای هر دو سال) به طول انجامید و در طول این یک ماه هر روز چیدن گل‌ها انجام شد. جهت تعیین عملکرد در ابتدای هر کرت کوادراتی به ابعاد ۵۰ × ۴۰ سانتی‌متر مربع مستقر شد و عملکرد گل در این کوادرات‌ها تعیین شد. گل‌ها جمع‌آوری و شمارش گردیدند و سپس وزن تر گل، تعداد گل در واحد سطح، وزن خشک کلاله و خامه خشک (دمای اتاق ۲۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۷۲ ساعت) و وزن خشک گل بدون کلاله و خامه تعیین شد.

پس از اندازه‌گیری شاخص‌های مورد مطالعه طی سه سال آزمایش، تجزیه و تحلیل داده‌ها و رسم شکل‌ها با استفاده از نرم‌افزارهای SAS 9.1 و MS-Excel 2019 انجام گرفت. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن و در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

نتایج و بحث

با توجه به این‌که تیمارهای مورد مطالعه در سال اول برای صفات گل نمی‌تواند تاثیرگذار باشد، لذا در این بخش به مطالعه صفات گل در سال دوم و سوم پرداخته شده است.

نتایج تجزیه واریانس سال دوم نشان داد که اثر سولفات پتاسیم و کود دامی در سطح احتمال یک درصد بر تعداد گل در متر مربع، وزن

خشک کلاله، وزن خشک خامه و وزن خشک گل بدون کلاله و خامه معنی‌دار بود. برهمکنش این دو عامل نیز در سطح احتمال یک درصد بر وزن خشک کلاله، وزن خشک خامه و وزن خشک گل بدون کلاله و خامه و بر تعداد گل و وزن تر کل گل در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بودند (جدول ۵).

نتایج تجزیه واریانس سال سوم تحقیق نشان داد که اثرات اصلی سولفات پتاسیم، کود دامی و برهمکنش آن‌ها در سطح احتمال یک درصد بر تعداد گل، وزن کل گل و وزن خشک کلاله معنی‌دار بود. همچنین اثر اصلی سولفات پتاسیم و برهمکنش آن با کود دامی در سطح احتمال یک درصد و اثر اصلی کود دامی در سطح پنج درصد بر وزن خشک خامه معنی‌دار بودند. وزن خشک گل بدون کلاله و خامه نیز تحت تأثیر اثرات اصلی سولفات پتاسیم و کود دامی در سطح احتمال پنج درصد قرار گرفت (جدول ۷).

بیشترین تعداد گل در سال دوم (۸۹/۱۱ در متر مربع) در تیمار ۱۵۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم و ۴۰ تن کود گاوی در هکتار و کمترین تعداد گل با ۴۴/۷۷ گل در متر مربع در تیمار عدم مصرف سولفات پتاسیم و ۴۰ تن در هکتار کود گاوی به‌دست آمد (جدول ۶) که این دو تیمار با یکدیگر ۴۹ درصد متفاوت بودند. نتایج مقایسه میانگین سال سوم نشان داد که بیشترین میزان تعداد گل مربوط به تیمار ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم و ۱۰ تن در هکتار کود مرغی تخم‌گذار (۲۳۷/۱ در متر مربع) بود که تفاوت معنی‌داری با تیمارهای مصرف ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم و کاربرد ۱۰ تن در هکتار کود مرغی گوشتی و ۵ تن در هکتار کود مرغی تخم‌گذار و همین‌طور ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم و ۴۰ تن در هکتار کود گاوی نداشت. کمترین تعداد گل نیز در تیمار عدم مصرف سولفات پتاسیم و کود دامی (۱۲۳/۰۱ در متر مربع) به‌دست آمد (جدول ۸). کود مرغی تخم‌گذار نسبت به کود مرغی گوشتی و گاوی دارای عناصر بر، روی، منیزیم، کلسیم و فسفر بیشتری می‌باشد (جدول ۳). از آنجا که این عناصر نقش مهمی در تمایز سلولی و تولید و تشکیل گل دارند (Ansari *et al.*, 2019) و همچنین آزادسازی این عناصر در کود مرغی آهسته‌تر از کود گاوی است بنابراین در سال سوم کود مرغی تخم‌گذار منجر به تولید بیشتر تعداد گل گردید. جواهری و همکاران (Javaheri *et al.*, 2005) اظهار کردند که کود پتاسیم در جذب سایر عناصر نقش مؤثری را ایفا می‌کند. آن‌ها در آزمایش خود نشان دادند که مصرف کود دامی (کود گاوی) به همراه سولفات پتاسیم منجر به افزایش عملکرد چغندرقند (*Beta vulgaris*) شد. امیری (Amiri, 2008) اظهار داشت که بعضی از کشاورزان برای بهبود حاصلخیزی خاک تنها از کودهای دامی در مزارع زعفران استفاده می‌کنند، اما کودهای دامی به تنهایی نیازهای غذایی را برای رشد مطلوب زعفران را تأمین نمی‌کند و ترکیب کود دامی (کود گاوی) با فسفر و پتاسیم منجر به تولید بیشترین عملکرد گل در مطالعه آن‌ها شد. می‌توان گفت که عملکرد پایدار زعفران از کاربرد سالانه متعادل کودها برای حفظ سطوح کافی مواد مغذی خاک حاصل می‌شود. علی‌پور میاندهی و همکاران (Alipoor Miandehi *et al.*, 2015) گزارش دادند که کاربرد کود دامی (کود گاوی) همراه با کودهای شیمیایی (کود اوره و کود فسفاته) منجر به افزایش ۸۸ درصدی تعداد گل نسبت به تیمار عدم مصرف کود دامی و شیمیایی گردید که با نتایج این تحقیق مطابقت داشت. نتایج تحقیق جهان و جهانی (Jahan and Jahani, 2007) نقش مؤثر کاربرد کود دامی (کود گاوی، کود گوسفندی و کود مرغی) در افزایش تعداد گل زعفران نشان داد. با توجه به این‌که که عملکرد گل زعفران در سال اول کاشت این گیاه عمدتاً تحت تأثیر میزان اندوخته غذایی در بنه است و فراهمی عناصر غذایی به‌وسیله کاربرد کودها در افزایش عملکرد گل در سال اول از اهمیت چندانی برخوردار نیست، ولی می‌توان نقش مؤثر کاربرد کودهای دامی را در بهبود عملکرد گل در سال دوم کاشت زعفران را به دلیل فراهمی مواد آلی دانست (Koocheki *et al.*, 2015). در آزمایش اکرمی و همکاران (Akrami *et al.*, 2015) مشاهده شد که کاربرد ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار کود سولفات پتاسیم منجر به افزایش ۵/۵ درصدی تعداد گل نسبت به تیمار عدم مصرف آن شد. کیانی‌منش و همکاران (Kianimanesh *et al.*, 2021) گزارش دادند که کودهای آلی (کود گاوی) و غیر آلی (دلفارد و فلورال پی) منجر به افزایش تعداد گل زعفران گردید.

نتایج مقایسه میانگین سال دوم نشان داد که بیشترین وزن تر کل گل (۳۲/۷۴ گرم در متر مربع) در تیمار ۱۵۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم و ۱۰ تن کود مرغی تخم‌گذار در هکتار و کمترین مقدار آن در تیمار عدم مصرف سولفات پتاسیم و ۵ تن کود مرغی گوشتی (۱۲/۴۴ گرم در متر مربع) مشاهده شد (جدول ۶). تفاوت بین بیشترین و کمترین میزان این صفت ۶۲ درصد بود. با توجه به نتایج جدول ۷ مشخص شد که بیشترین و کمترین وزن کل گل در سال سوم به‌ترتیب مربوط به تیمارهای ۱۵۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم و ۱۰ تن در هکتار کود مرغی تخم‌گذار (۹۶/۷۳ گرم در متر مربع) و عدم مصرف کود سولفات پتاسیم و کود دامی (۴۶/۴۴ گرم در متر مربع) بود که تفاوت ۵۱ درصدی با یکدیگر داشتند (جدول ۸). آزمایش علی‌پور میاندهی و همکاران (Alipoor Miandehi *et al.*, 2015) مشاهده شد که بیشترین وزن تر کل گل به میزان ۰/۹۷ گرم در متر مربع مربوط به تیمار مصرف کود دامی (کود گاوی) و شیمیایی (کود اوره و کود فسفاته) و کمترین آن مربوط به تیمار عدم مصرف کود شیمیایی و دامی بود. اکرمی و همکاران (Akrami *et al.*, 2015) نیز گزارش دادند که مصرف ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم منجر به افزایش ۵/۶ درصدی وزن تر کل گل نسبت به شاهد (عدم مصرف سولفات پتاسیم) آن شد. امینی‌فرد و قلی‌زاده (Aminifard and Gholizade, 2018) در آزمایش خود نشان دادند که کاربرد ۱۰ تن

در هکتار کود مرغی منجر به افزایش ۲۳/۵۴ درصدی عملکرد گل تر نسبت به تیمار شاهد شد. نقش مؤثر کاربرد کود آلی مانند کود مرغی در بهبود عملکرد گل زعفران را می‌توان به دلیل فراهمی مواد آلی و مواد غذایی دانست (Aminifard and Gholizade, 2018).

در سال دوم، تیمار ۱۰۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم و ۴۰ تن کود گاوی در هکتار دارای بیشترین وزن خشک کلاله (۰/۴۸۶ گرم در متر مربع) بود که منجر به افزایش ۵۳ درصدی این تیمار نسبت به تیمار عدم مصرف سولفات پتاسیم و ۵ تن کود مرغی گوشتی در هکتار شد (جدول ۶). بیشترین و کمترین وزن خشک کلاله در سال سوم به‌ترتیب در تیمارهای ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم و مصرف ۱۰ تن در هکتار کود مرغی گوشتی (۱/۶۰۷ گرم در متر مربع) و شاهد عدم مصرف سولفات پتاسیم و کود دامی (۰/۸۲ گرم در متر مربع) به‌دست آمد و تیمار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم و مصرف ۱۰ تن در هکتار کود مرغی گوشتی منجر به افزایش ۴۸ درصدی وزن خشک کلاله نسبت به تیمار شاهد شد (جدول ۸). نتایج تحقیق ذبیحی و فیضی (Zabihi and Feizi, 2014) نشان داد که پاسخ زعفران به مصرف پتاسیم، مثبت بود و مصرف پتاسیم، از منبع سولفات پتاسیم، منجر به افزایش معنی‌دار عملکرد کلاله خشک زعفران شد. کوچکی و همکاران (Koocheki *et al.*, 2015) بیان کردند که کاربرد ۶۰ تن در هکتار کود دامی در مقایسه با عدم کاربرد آن به‌ترتیب منجر به افزایش ۳۳ و ۳۲ درصدی وزن کلاله و کلاله + خامه شد. در آزمایش اکرمی و همکاران (Akrami *et al.*, 2015) کاربرد ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم منجر به افزایش ۱۰ درصدی وزن کلاله زعفران نسبت به شاهد شد.

مشابه نتایج به‌دست آمده از این آزمایش، کوچکی و همکاران (Koocheki *et al.*, 2015) بالاترین وزن خشک کلاله زعفران را در اثر مصرف کود دامی (کود گاوی) گزارش دادند. رضوانی مقدم و همکاران (Rezvani Moghaddam *et al.*, 2010) نیز، بیشترین عملکرد کلاله خشک زعفران را در نتیجه اعمال کودهای دامی (کودهای گاوی، گوسفندی و مرغی) و شیمیایی (نیتروژن و فسفات) بیان کردند. حسن زاده اول و همکاران (Hassanzadeh Aval *et al.*, 2013) گزارش کردند که در اثر افزایش کاربرد کود گاوی از ۴۰ به ۶۰ تن در هکتار تعداد گل، وزن تر و خشک گل و وزن خشک کلاله در واحد سطح افزایش یافت. با در نظر گرفتن مواد آلی به‌عنوان منبع تغذیه‌ای برای ریز موجودات خاکزی، اعمال کود دامی می‌تواند نقش موثری در افزایش رشد و فعالیت میکروارگانیسم‌های مفید در ناحیه ریزوسفر داشته باشد و بنابراین می‌تواند منجر به افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی و افزایش عناصری مانند نیتروژن، پتاسیم و کلسیم در خاک گردد (Mohammdi *et al.*, 2010). رهاسازی آهسته مواد مغذی از کود گاوی در طول دوره رشد و در نتیجه آبشویی کم مواد مغذی نیز می‌تواند یکی دیگر از ویژگی‌های کود گاوی باشد (Amiri, 2008). ذبیحی و پیش بین (Zabihi and Pishbin, 2019) اظهار کردند که بهترین کود دامی برای زعفران کود گاوی است. در خاک‌هایی که از نظر ماده آلی فقیر می‌باشند، کاربرد کود گاوی در مقایسه با کودشیمیایی اثرات بهتری را ایجاد می‌کند و علت آن احتمالا افزایش ماده آلی و فراهمی متعادل‌تر عناصر غذایی در خاک و کاهش آلودگی‌های زیست‌محیطی دلالت دارد (Monamizadeh *et al.*, 2016). در مطالعه‌ای که درکشور ترکیه انجام گرفت نیز تأثیر مصرف کودهای شیمیایی و کود گاوی بر عملکرد گل و کلاله زعفران مثبت گزارش شد (Unal and Cavusoqlu, 2005). بفروزفر و همکاران (Befrozfar *et al.*, 2013) اظهار داشتند که کودهای آلی و غیر آلی مورد مطالعه با بهبود ظرفیت ذخیره‌سازی عناصر غذایی و افزایش هورمون ها و میکروارگانیسم‌های تنظیم‌کننده رشد باعث افزایش تجمع نیتروژن و افزایش عملکرد کلاله شدند. این محققین اظهار کردند که کودهای دامی غنی از مواد مغذی هستند. تحریک تولید مواد شبه اکسین در هنگام مصرف بعضی ازکودها دلیل اصلی افزایش عملکرد گیاه است (Befrozfar *et al.*, 2013).

بیشترین میزان وزن خشک خامه برای سال دوم مربوط به تیمار ۱۵۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم و ۴۰ تن کود گاوی در هکتار (۰/۱۲۱ گرم در متر مربع) بود و کاربرد این تیمار افزایش ۵۸ درصدی میزان وزن خشک خامه را نسبت تیمار شاهد (عدم مصرف کود سولفات پتاسیم و کود دامی) در پی داشت. کمترین مقدار وزن خشک خامه در تیمار عدم مصرف کود سولفات پتاسیم و کود دامی و ۱۰۰ کیلوگرم کود سولفات پتاسیم و ۲۰ تن کود دامی در هکتار (۰/۰۵ گرم در متر مربع) به‌دست آمد. در مورد وزن خشک خامه برای سال سوم بیشترین میزان در ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم و ۱۰ تن کود مرغی گوشتی در هکتار (۰/۳۲ گرم در متر مربع) به‌دست آمد که تفاوت معنی‌داری با تیمار ۱۵۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم و ۴۰ تن کود گاوی در هکتار نداشت و منجر به افزایش ۵۰ درصدی این صفت نسبت به تیمار تیمار شاهد عدم مصرف سولفات پتاسیم و کود دامی (۰/۱۵۷ گرم در متر مربع) شد (جدول ۸). با توجه به این‌که کود مرغی میزان پتاسیم بیشتری نسبت به کود گاوی دارد (جدول ۳) بنابراین با کاربرد کود مرغی در کنار کود پتاسیم نیاز به کاربرد پتاسیم کمتری وجود دارد. بنابراین عدم تفاوت معنی‌دار بین کاربرد سطح ۱۰۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم همراه با کود مرغی و ۱۵۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم همراه با کود گاوی منطقی به نظر می‌رسد. با توجه به این‌که کود مرغی نسبت به کود گاوی عناصر موجود در خود را با سرعت کمتری آزاد می‌کند لذا به نظر می‌رسد که بالاتر بود وزن خشک خامه تحت تأثیر کود گاوی در سال دوم منطقی باشد. همچنین در سال سوم با عنایت به این‌که میزان نیتروژن موجود در کود مرغی بیشتر از کود گاوی است و در سال سوم میزان نیتروژن بیشتری نسبت به سال دوم آزاد می‌کند بنابراین باعث افزایش بیشتر وزن خامه در سال سوم

نسبت به کود گاوی می‌گردد (Ghosh *et al.*, 2004). بابائیان و همکاران (Babaeian *et al.*, 2021) در آزمایش خود نشان دادند که برهمکنش ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار پتاسیم و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار سولفور منجر به تولید بیشترین وزن خامه می‌گردد. با توجه به نتایج خرم دل و همکاران (Khorramdel *et al.*, 2019) از طریق طرح مرکب مرکزی، مصرف ۴۰ تن در هکتار کود دامی منجر به بیشترین میزان وزن خشک خامه به میزان ۰/۱۲۷ گرم در مترمربع گردید. علی‌پور میاندهی و همکاران (Alipoor Miandehi *et al.*, 2015) گزارش دادند که مصرف ۱۰۰ درصد کود دامی به همراه کود شیمیایی منجر به افزایش ۱۲۲ درصدی وزن کلاله و خامه شد. این محققین اظهار داشتند که کود دامی به‌عنوان یکی از مهم‌ترین منابع کود آلی می‌باشد که مصرف آن به‌طور ویژه‌ای در مدیریت پایدار خاک توصیه می‌شود. پتانسیل برگشت عناصر غذایی از طریق مصرف این کودها به خاک به‌ویژه در درازمدت بالا است. همچنین محققین اظهار داشتند با کاربرد کود دامی منجر به افزایش طول دوره رویشی و در نتیجه موفقیت رشد رویشی و زایشی را سبب می‌شود. به‌طوری که افزایش توانایی گیاه در ایجاد سیستم ریشه‌ای گسترده‌تر، باعث افزایش جذب عناصر غذایی و تولید ماده خشک بیشتر در واحد سطح می‌گردد (Aalizadeh *et al.*, 2021).

تیمار ۱۰۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم و مصرف ۴۰ تن کود گاوی در هکتار بیشترین میزان وزن خشک گل بدون کلاله و خامه (۴/۸ گرم در متر مربع) را در سال دوم به خود اختصاص داد و افزایش ۴۸ درصدی وزن خشک گل بدون کلاله و خامه را نسبت به تیمار عدم مصرف کود دامی و کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم در هکتار سبب شد (جدول ۷). کمترین میزان این شاخص نیز در تیمار عدم مصرف کود دامی و کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم (۲/۴۶ گرم در متر مربع) به‌دست آمد که تفاوت معنی‌داری با تیمار شاهد عدم مصرف کود دامی و سولفات پتاسیم نداشت (جدول ۶). در تیمار اثر اصلی سولفات پتاسیم بیشترین میزان وزن خشک گل بدون کلاله و خامه با مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم (۱۱/۲ گرم در متر مربع) برای سال سوم به‌دست آمد که تفاوت معنی‌داری با مصرف ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار این کود نداشت (شکل ۱). مصرف ۱۰ تن در هکتار کود مرغی گوشتی بیشترین میزان وزن خشک گل بدون کلاله و خامه (۱۲/۱۷ گرم در متر مربع) را تولید نمود که تفاوت معنی‌داری با مصرف ۵ تن کود مرغی گوشتی و ۱۰ تن کود مرغی تخم‌گذار در هکتار نداشت. کمترین مقدار وزن خشک گل بدون کلاله و خامه در تیمار عدم مصرف کود دامی (۸/۵۵ گرم در متر مربع) مشاهده گردید (شکل ۲). کودهای دامی (کود گاوی) با تحت تاثیر قرار دادن رشد بنه‌ها در سال اول منجر به افزایش عملکرد گل زعفران در سال دوم می شوند (Monamizadeh *et al.*, 2016). خاک‌های مزارع عمدتاً با کمبود ماده آلی مواجه می‌باشند.

جدول ۵- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثرات سولفات پتاسیم و کودهای دامی بر ویژگی‌های گل زعفران در سال دوم

Table 5- Results of analysis of variance (mean square) for the effects of potassium sulfate and animal manures on the characteristics of saffron flowers in the second year

منابع تغییر S.O. V	درجه آزادی d.f	میانگین مربعات (Mean squares) تعداد گل Number of flowers	وزن تر کل گل Total Fresh flower weight	وزن خشک کلاله Stigma dry weight	وزن خشک خامه Style dry weight	وزن خشک گل بدون کلاله و خامه Dry weight of flowers without stigma and style
بلوک Block	2	187.09^{ns}	36.25^{ns}	0.003^{ns}	0.0003^{ns}	0.73^{ns}
سولفات پتاسیم (A) Potassium sulfate	2	1209.75**	142.67**	0.027**	0.0028**	0.67**
کود دامی (B) Animal manure	6	724.01**	116.21**	0.02**	0.0008**	1.9**
A × B	12	243.03*	52.87*	0.012**	0.0008**	0.81**
خطای کل Error	40	118.8	23.33	0.004	0.0002	0.29
ضریب تغییرات (C.V)		16.2	22.2	18.1	16.5	15.2

**، * و ns به‌ترتیب بیانگر تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد، پنج درصد و عدم تفاوت معنی‌دار می‌باشند.

**, * and ns significant difference at p< 0.01 and p< 0.05 and not significantly difference, respectively

جدول ٦- میانگین‌های اثرات متقابل سولفات پتاسیم و کودهای دامی بر ویژگی‌های گل زعفران در سال دوم

Table 6- Means comparison for the interaction effect of potassium sulfate and animal manures on saffron flower's characteristics in the second year

	کود دامی Animal manure (ton.ha^{-1})	تعداد گل Number of flowers	وزن تر کل گل Total fresh flower weight (g.m^{-2})	وزن خشک کلاله Stigma dry weight (g.m^{-2})	وزن خشک خامه Style dry weight (g.m^{-2})	وزن خشک گل بدون کلاله و خامه Dry weight of flowers without stigma and style (g.m^{-2})
سولفات پتاسیم صفر Potassium sulfate (0)	شاهد بدون کود Control	46.78^{jk}	15.8^{e-g}	0.277^{e-g}	0.05^{h}	2.65^{hi}
	۵ تن در هکتار کود مرغی تخم‌گذار Laying poultry manure (5 ton. ha^{-1})	53.32^{h-k}	18.35^{d-g}	0.301^{d-g}	0.079^{c-e}	3.33^{d-i}
	۱۰ تن در هکتار کود مرغی تخم‌گذار Laying poultry manure (10 ton. ha^{-1})	71.33^{a-g}	22.12^{c-f}	0.336^{d-f}	0.071^{c-g}	3.8^{b-e}
	۵ تن در هکتار کود مرغی گوشتی Broiler poultry manure (5 ton. ha^{-1})	72.21^{a-g}	12.44^{g}	0.225^{g}	0.054^{gh}	3.78^{b-f}
	۱۰ تن در هکتار کود مرغی گوشتی Broiler poultry manure (10 ton. ha^{-1})	64.46^{d-j}	20.88^{d-g}	0.356^{c-f}	0.063^{d-g}	3.55^{c-g}
	۲۰ تن در هکتار کود گاوی Cow manure (20 ton. ha^{-1})	55.43^{h-k}	19.13^{d-g}	0.345^{d-f}	0.061^{e-h}	3.28^{d-i}
	۴۰ تن در هکتار کود گاوی Cow manure (40 ton. ha^{-1})	44.77^{k}	23.25^{b-e}	0.294^{d-g}	0.072^{c-g}	3.1^{e-h}
سولفات پتاسیم ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار Potassium sulfate (100 kg. ha^{-1})	شاهد بدون کود Control	59.13^{f-k}	14.3^{fg}	0.278^{e-g}	0.07^{d-h}	2.46^{i}
	۵ تن در هکتار کود مرغی تخم‌گذار Laying poultry manure (5 ton. ha^{-1})	66.61^{c-i}	17.15^{d-g}	0.269^{fg}	0.075^{c-f}	2.9^{f-i}
	۱۰ تن در هکتار کود مرغی تخم‌گذار Laying poultry manure (10 ton. ha^{-1})	79.99^{a-d}	27.24^{a-c}	0.45^{a-c}	0.109^{ab}	4.1^{a-d}
	۵ تن در هکتار کود مرغی گوشتی Broiler poultry manure (5 ton. ha^{-1})	63.67^{d-j}	21.3^{c-f}	0.354^{c-f}	0.079^{c-e}	3.9^{b-e}
	۱۰ تن در هکتار کود مرغی گوشتی Broiler poultry manure (10 ton. ha^{-1})	85.1^{b-h}	24.59^{b-d}	0.38^{b-e}	0.072^{c-g}	4.38^{a-c}
	۲۰ تن در هکتار کود گاوی Cow manure (20 ton. ha^{-1})	76.89^{f-k}	22.34^{c-e}	0.347^{c-f}	0.058^{h}	3.45^{d-h}
	۴۰ تن در هکتار کود گاوی Cow manure (40 ton. ha^{-1})	70.89^{a-f}	31.08^{ab}	0.486^{a}	0.08^{c-e}	4.8^{a}
سولفات پتاسیم ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار Potassium sulfate (150 kg. ha^{-1})	شاهد بدون کود Control	50.55^{i-k}	18.7^{d-g}	0.298^{d-g}	0.062^{e-h}	3.37^{d-h}
	۵ تن در هکتار کود مرغی تخم‌گذار Laying poultry manure (5 ton. ha^{-1})	60.92^{e-k}	22.23^{c-f}	0.317^{d-g}	0.08^{c-e}	3.41^{d-h}
	۱۰ تن در هکتار کود مرغی تخم‌گذار Laying poultry manure (10 ton. ha^{-1})	77.78^{a-e}	32.74^{a}	0.479^{ab}	0.069^{d-h}	4.6^{ab}
	۵ تن در هکتار کود مرغی گوشتی Broiler poultry manure (5 ton. ha^{-1})	75.33^{a-f}	28.59^{a-c}	0.462^{ab}	0.084^{cd}	3.88^{b-e}
	۱۰ تن در هکتار کود مرغی گوشتی Broiler poultry manure (10 ton. ha^{-1})	83^{a-c}	23.98^{b-d}	0.388^{a-d}	0.092^{bc}	3.69^{c-g}
	۲۰ تن در هکتار کود گاوی Cow manure (20 ton. ha^{-1})	61.54^{e-k}	22.37^{c-e}	0.327^{d-g}	0.105^{ab}	3.2^{e-i}
	۴۰ تن در هکتار کود گاوی Cow manure (40 ton. ha^{-1})	89.11^{a}	18.52^{d-g}	0.311^{d-g}	0.121^{a}	2.81^{g-i}

در هر ستون تیمارهای دارای حداقل یک حرف مشترک از نظر آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

Similar letter in each column indicate no significant difference based on Duncan multiple tests in 5% level.

بنابراین با توجه به اهمیت ماده آلی خاک بهتر است افـزایش آن به عنوان اولویت نخست بهبود حاصلخیزی خـاک در مـدیریت تغذیـه گیاهی مـزارع قـرار گیـرد (Zabihi and Pishbin, 2019). افـزایش میـزان مـواد آلـی خـاک بـا تحـت تـأثیر قـرار دادن خصوصـیات فیزیکوشیمیایی خاک مانند تعدیل درجه حرارتی، فراهمی بیشتر آب و رطوبت، کاهش سختی خاک در تسریع و افـزایش گلـدهی و وزن تـر گل زعفران را می‌تواند به همراه داشته باشد. گزارش شـده اسـت کـه کود مرغی نسبت به کود گاوی عناصـر منیـزیم، فسـفر، روی و مـس بیشتری دارد و از قابلیت هدایت الکتریکـی بـالاتری نسـبت بـه کـود گـاوی برخـوردار اسـت (Torkamani and Alikhani, 2008) و بـا توجه به این‌که آزادسازی عناصر در این کود تدریجی‌تر از کود گـاوی است بنابراین بیشتر بودن این صفت تحت کود مرغی در سـال سـوم منطقی می‌باشد. از طرفی به دلیل این‌که کود مرغی گوشتی از لحـاظ محتوای پروتئین و درصد فیبر خام در کود مرغی گوشتی بیشتر از کود مرغی تخم‌گذار است بنابراین وزن گل بدون کلاله و خامـه در تیمـار کود مرغی گوشتی بیشتر از کود مرغی تخم‌گذار بود (جدول ۳).

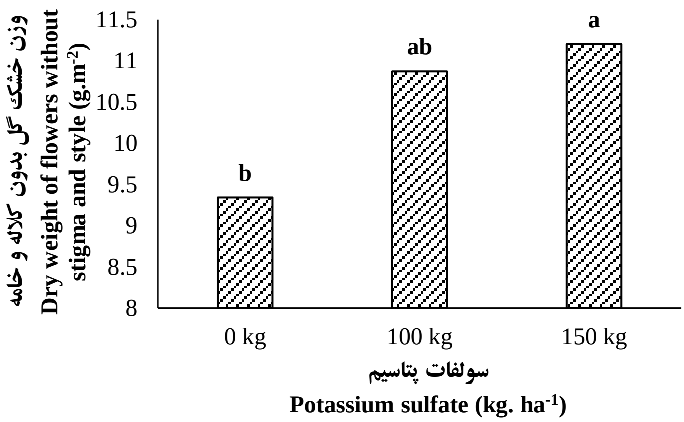
جدول ۷- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثرات سولفات پتاسیم و کودهای دامی بر ویژگی‌های گل زعفران در سال سوم

Table 7- Results of analysis of variance (mean square) for the effects of potassium sulfate and animal manures on the characteristics of saffron flowers in the third year

منابع تغییر S.O. V	درجه آزادی d.f	میانگین مربعات (Mean squares) تعداد گل Number of flowers	وزن تر کل گل Total fresh flower weight	وزن خشک کلاله Stigma dry weight	وزن خشک خامه Style dry weight	وزن خشک گل بدون کلاله و خامه Dry weight of flowers without stigma and style
Block بلوک	2	744.39^{ns}	33.89^{ns}	0.002^{ns}	0.0006^{ns}	76.05**
سولفات پتاسیم (A) Potassium sulfate	2	6333.46**	1155.06**	0.243**	0.0184**	20.76*
کود دامی (B) Animal manure	6	5334**	1284.56**	0.158**	0.0051*	14.21*
A × B	12	2866.07**	701.29**	0.14**	0.0066**	5.24^{ns}
Error خطای کل	40	808.55	99.58	0.026	0.0017	5.46
ضریب تغییرات (C.V)		15.5	14.1	14.4	18.7	22.3

**، * و ns به‌ترتیب بیانگر تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد، پنج درصد و عدم تفاوت معنی‌دار می‌باشند.

**, * and ns significant difference at p< 0.01 and p< 0.05 and not significantly difference, respectively



شکل ۱- میانگین‌های اثرات اصلی سولفات پتاسیم ویژگی‌های گل زعفران در سال سوم

Figure 1- Averages of the main effects of potassium sulfate on the characteristics of saffron flowers in the third year

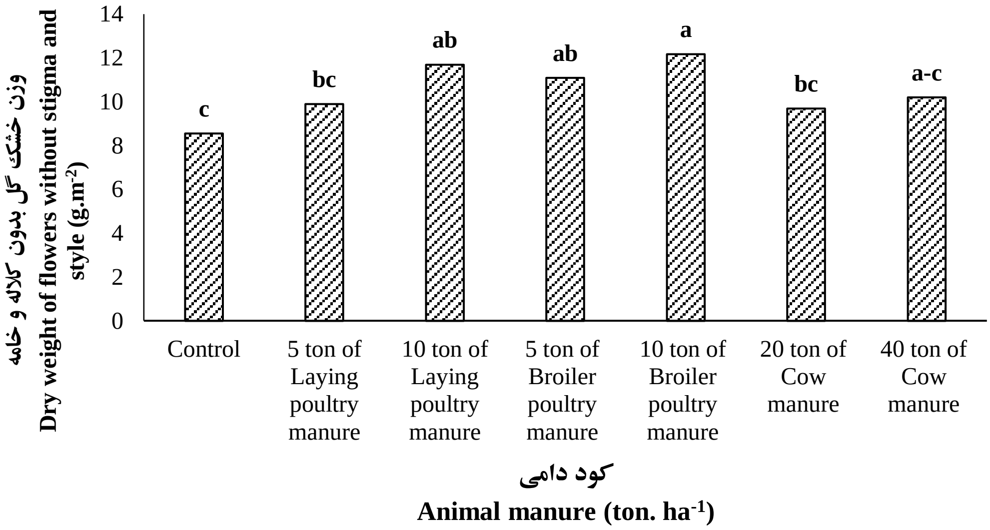
جدول ۸- میانگین‌های اثرات متقابل سولفات پتاسیم و کودهای دامی بر ویژگی‌های گل زعفران در سال سوم

Table 8- Means comparison for the interaction effect of potassium sulfate and animal manures on saffron flower's characteristics in the third year

	کود دامی Animal manure (t. ha^{-1})	تعداد گل Number of flowers	وزن تر کل گل Total fresh flower weight (g.m^{-2})	وزن خشک کلاله Stigma dry weight (g.m^{-2})	وزن خشک خامه Style dry weight (g.m^{-2})
سولفات پتاسیم صفر Potassium sulfate (0)	شاهد بدون کود Control	123.01^{e}	46.44^{g}	0.82^{i}	0.157^{g}
	۵ تن در هکتار کود مرغی تخم‌گذار Laying poultry manure (5 ton. ha^{-1})	130.33^{e}	47.67^{g}	1.363^{a-d}	0.24^{c-e}
	۱۰ تن در هکتار کود مرغی تخم‌گذار Laying poultry manure (10 ton. ha^{-1})	137de	55^{fg}	0.91^{hi}	0.197^{e-g}
	۵ تن در هکتار کود مرغی گوشتی Broiler poultry manure (5 ton. ha^{-1})	168.55^{c-e}	53.98^{fg}	1.027^{e-i}	0.163^{g}
	۱۰ تن در هکتار کود مرغی گوشتی Broiler poultry manure (10 ton. ha^{-1})	225.08^{ab}	91.57^{ab}	1.017^{e-i}	0.217^{c-g}
	۲۰ تن در هکتار کود گاوی Cow manure (20 ton. ha^{-1})	156.33^{de}	59.33^{e-g}	0.81^{i}	0.187^{d-g}
	۴۰ تن در هکتار کود گاوی Cow manure (40 ton. ha^{-1})	223.32^{ab}	94.4^{ab}	1.057^{e-i}	0.18^{d-g}
سولفات پتاسیم ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار Potassium sulfate (100 kg. ha^{-1})	شاهد بدون کود Control	152.61^{de}	53.51^{fg}	0.877^{hi}	0.18^{d-g}
	۵ تن در هکتار کود مرغی تخم‌گذار Laying poultry manure (5 ton. ha^{-1})	231.94^{a}	96.66^{a}	0.86^{hi}	0.217^{c-g}
	۱۰ تن در هکتار کود مرغی تخم‌گذار Laying poultry manure (10 ton. ha^{-1})	165.18^{c-e}	62.63^{e-g}	0.93^{g-i}	0.213^{c-g}
	۵ تن در هکتار کود مرغی گوشتی Broiler poultry manure (5 ton. ha^{-1})	180.79^{b-d}	61.12^{e-g}	0.983^{f-i}	0.233^{c-f}
	۱۰ تن در هکتار کود مرغی گوشتی Broiler poultry manure (10 ton. ha^{-1})	231.79^{a}	92.67^{ab}	1.607^{a}	0.32^{a}
	۲۰ تن در هکتار کود گاوی Cow manure (20 ton. ha^{-1})	139.33^{de}	54^{fg}	1.04^{e-i}	0.17^{fg}
	۴۰ تن در هکتار کود گاوی Cow manure (40 ton. ha^{-1})	181.61^{b-d}	73.82^{c-e}	1.513^{ab}	0.193^{d-g}
سولفات پتاسیم ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار Potassium sulfate (150 kg. ha^{-1})	شاهد بدون کود Control	162.44^{c-e}	65.84^{d-f}	1.12^{d-h}	0.177^{e-g}
	۵ تن در هکتار کود مرغی تخم‌گذار Laying poultry manure (5 t. ha^{-1})	209.33^{a-c}	68.33^{d-f}	1.19^{c-g}	0.233^{c-f}
	۱۰ تن در هکتار کود مرغی تخم‌گذار Laying poultry manure (10 ton.ha^{-1})	237.1^{a}	96.73^{a}	1.427^{a-c}	0.267^{a-c}
	۵ تن در هکتار کود مرغی گوشتی Broiler poultry manure (5 ton. ha^{-1})	180.18^{b-d}	64.25^{d-f}	1.06^{e-i}	0.247^{b-d}
	۱۰ تن در هکتار کود مرغی گوشتی Broiler poultry manure (10 ton. ha^{-1})	205.67^{a-c}	80^{b-d}	1.28^{b-e}	0.203^{c-g}
	۲۰ تن در هکتار کود گاوی Cow manure (20 ton. ha^{-1})	207.1^{a-c}	91.4^{ab}	1.213^{c-f}	0.31^{ab}
	۴۰ تن کود گاوی Cow manure (40 ton. ha^{-1})	204.91^{a-c}	85.44^{a-c}	1.217^{c-f}	0.317^{a}

در هر ستون تیمارهای دارای حداقل یک حرف مشترک از نظر آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

Similar letter in each column indicate no significant difference based on Duncan multiple tests in 5% level.



شکل ۲- میانگین‌های اثرات اصلی کودهای دامی بر ویژگی‌های گل زعفران در سال سوم

Figure 2- Averages of the main effects of animal manures on the characteristics of saffron flowers in the third year

نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق نشان داد که در هر دو سال (سال دوم و سوم) در اکثر صفات تیمار مصرف ۱۵۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم بهتر از کود ۱۰۰ کیلوگرم و عدم مصرف این کود بود هرچند در بسیاری از موارد دو سطح ۱۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم تفاوتی با یکدیگر نداشتند. همچنین کاربرد کود ۴۰ تن کود گاوی در هکتار در سال دوم بهترین تیمار بود و در سال سوم تیمار کاربرد ۱۰ تن کود مرغی تخم‌گذار در هکتار در تولید گل به‌عنوان تیمار برتر بود. در واقع کود مرغی تخم‌گذار به دلیل داشتن عناصر بیشتری مانند نیتروژن و میکرو نسبت به کود گاوی و آزادسازی آهسته‌تر آن نسبت به کود گاوی منجر به افزایش عملکرد گل در سال سوم گردید. مصرف کودهای دامی و سولفات پتاسیم منجر به فراهم شدن عناصر غذایی مورد نیاز گیاه گردید و در نتیجه افزایش تعداد گل و عملکرد آن شد. به‌طور کلی می‌توان گفت که تأمین پتاسیم مورد نیاز زعفران منجر به افزایش قابل توجه عملکرد این گیاه خواهد شد، بنابراین نباید از اهمیت کود پتاسیم را در برنامه تغذیه زعفران چشم‌پوشی کرد. همچنین با کاربرد کود دامی و تلفیق آن با کود شیمیایی می‌توان بسیاری از خصوصیات زعفران را بهبود بخشید. بنابراین با جایگزین نمودن بخشی از کود شیمیایی با کود دامی علاوه بر بهبود عملکرد زعفران می‌توان به کاهش مصرف کود شیمیایی به‌عنوان یکی از نهاده‌های پرهزینه کمک نمود و همچنین با استفاده بهینه از کود دامی در راستای نیل به اهداف کشاورزی پایدار گام برداشت.

References

1. Alizadeh, M. B., Makarian, H., Ebadi, A., and Shafaroodi, A. 2021. Evaluation of the effect of different fertilizer treatments on yield and some reproductive traits of Saffron (*Crocus sativus* L.) in the climatic conditions of Ardabil. Journal of Saffron Research 9 (1): 11-27. (in Persian with English abstract). DOI: 10.22077/jsr.2020.3299.1130
2. Akbarian, M. M., Heidari Sharifabad, H., Noormohammadi, G. H., and Darvish Kojouri, F. 2012. The effect of potassium, zinc and iron foliar application on the production of saffron (*Crocus sativa*). Annals of Biological Research 3 (12): 5651-5658.
3. Akrami, M., Malakouti, M., and Keshavarz, P. 2015. Study of flower and stigma yield of saffron as affected by potassium and zinc fertilizers in Khorasan Razavi Province. Journal of Saffron Research 2 (1): 85-96. (in Persian with English abstract). DOI: 10.22077/jsr.2015.332
4. Alipoor Miandehi, Z., Mahmoodi, S., Behdani, M. A., and Sayyari, M. H. 2015. Effects of corm weight and application of fertilizer types on some growth characteristics and yield of saffron (*Crocus sativus* L.) under Mahvelat conditions. Journal of Saffron Research 2 (2): 97-112. (in Persian with English abstract). DOI: 10.22077/jsr.2014.315.
5. Aminifard, M. H., and Amiri, M. B. 2021. Growth and yield of saffron (*Crocus sativus* L.) affected by different

levels of fulvic acid and cow manure in the second growing season. Journal of Horticulture and Postharvest Research 4: 57-68. DOI: 10.22077/jhpr.2021.4039.1191
6. Aminifard, M. H., and Gholizade, Z. 2018. Impact of chicken manure on vegetative criteria and photosynthetic pigments of saffron (*Crocus sativus* L.). Horticulture Plants Nutrition 1 (1): 1-16. (in Persian with English abstract).
7. Amiri, M. E., 2008. Impact of animal manures and chemical fertilizers on yield components of saffron (*Crocus sativus* L.). American-Eurasian Journal of Agriculture and Environment Science 4 (3): 274-279.
8. Ansari, S., Nasiri, Y., Janmohammad, M., and Sabaghnia, N. 2019. Influence of organic and chemical fertilizers, Common and Nano Iron, Zinc and Manganese on Yield and Yield Components of Fennel (*Foeniculum vulgare* L.). Agricultural Science and Sustainable Production 29 (1): 101-119. (in Persian with English abstract).
9. Babaeian, M., Basatpour, G. H., and Kheirkhah, M. 2021. Effect of different levels of sulfur and potassium fertilizer application on quantitative properties of saffron (*Crocus sativus* L.) In Kermanshah weather conditions. Journal of Saffron Research (In Press). DOI: 10.22077/jsr.2021.4187.1156
10. Bakhtiari, M., Mozafari, H., Karimzadeh Asl, K., Sani, B., and Mirza, M. 2020. Plant growth, physiological, and biochemical responses of medic savory [*Satureja macrantha* (Makino) Kudô] to Bioorganic and Inorganic Fertilizers. Journal of Medicinal Plants and By-Products 9: 9-17.
11. Befrozfar, M. R., Habibi D., Asgharzadeh, A., Sadeghi-Shoae, A., and Tookalloo M. R. 2013. Vermicompost, plant growth promoting bacteria and humic acid can affect the growth and essence of basil (*Ocimum basilicum* L.). Annals of Biological Research 4: 8-12.
12. Behdani, M. A., Koocheki, A., NassiriMahallati, M., and Rezvani Moghaddam, P. 2005. Evaluation of quantitative relationships between saffron yield and nutrition (on farm trial). Iranian Journal of Field Crops Research 3 (1):1-14. (in Persian with English abstract).
13. Daneshmandi, M. S., and Seyyedi, S. M. 2019. Nutrient availability and saffron corms growth affected by composted pistachio residues and commercial poultry manure in a calcareous soil. Communications in Soil Science and Plant Analysis 50 (12): 1465-1475. https://doi.org/10.1080/00103624.2019.1626871
14. Ghosh, P. K., Ramesh, P., Bandyopadhyay, K. K., Tripathi, A. K., Hati, K. M., Misra, A. K., and Acharya, C. L. 2004. Comparative effectiveness of cattle manure, poultry manure, phosphocompost and fertilizer-NPK on three cropping systems in vertisols of semi-arid tropics. I. Crop yields and system performance. Bioresource Technology 95: 77-83.
15. Hassanzadeh Aval, F., Rezvani moghaddam, R., Bannayan aval, M., and Khorasani, R. 2013. Effects of maternal corm weight and different levels of cow manure on corm and flower yield of saffron (*Crocus sativus* L.). Saffron Agronomy and Technology 1 (1): 22-39. (in Persian with English abstract). DOI: 10.22048/jsat.2013.4809
16. Hoover, N. L., Law, J. Y., Long, L. A. M., Kanwar, R. S., and Soupir, M. L. 2019. Long-term impact of poultry manure on crop yield, soil and water quality, and crop revenue. J Environ Manage. 2019 Dec 15; 252:109582. Epub 2019 Oct 12. PMID: 31614262. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.109582
17. Jabbari, M., Khayyat, M., Fallahi, H. R., and Samadzadeh, A. R. 2017. Influence of saffron corm soaking in salicylic acid and potassium nitrate on vegetative and reproductive growth and its chlorophyll fluorescence indices. Saffron Agronomy and Technology 5 (1): 21-35. (in Persian with English abstract). DOI: 10.22048/jsat.2017.38893
18. Jahan, M., and Jahani, M. 2007. The effects of chemical and organic fertilizers on saffron flowering. Acta Horticulturae 739: 81-86.
19. Javaheri, M. A., Rashidi, N., and Baghizadeh, A. 2005. Influence of organic farm yard manure, potassium, and boron on quantity and quality of sugar beet in Bardsir region. Sugar Beet Journal 21 (1): 43-56. (in Persian with English abstract).
20. Khayyat, M., Jabbari, M., Fallahi, H. R., and Samadzadeh, A. 2018. Effects of corm dipping in salicylic acid or potassium nitrate on growth, flowering, and quality of saffron. Journal of Horticultural Research 26 (1): 13-21. https://doi.org/10.2478/johr-2018-0002
21. Khorramdel, S., Rezvani Moghaddam, P., Moallem Banhangi, F., and Shabahng, J. 2019. Optimization of cow manure levels and corm weight in saffron (*Crocus sativus* L.) by central composite design. Journal of Saffron Research 6 (2): 233-249. (in Persian with English abstract).
22. Kianimanesh, K., Lebaschi, M. H., Jaimand, K., Abdossi, V., and Tabaei-Aghdaei, S. R. 2021. The changes in yield, biochemical properties and essential oil compounds of saffron (*Crocus sativus* L.) plants treated with organic and inorganic fertilizers under dryland farming system. Journal of Medicinal Plants and By-Products 1: 37-44.
23. Koocheki, A., Rezvani moghadam, P., Molafilabi, A. A., and Seyedi, S. M. 2015. Evaluation of saffron (*Crocus sativus* L.) flower and coriander yield in the first year after planting in response to planting density and amount of manure. Journal of Agroecology 6 (4): 719-729. (in Persian with English abstract).
24. Koocheki, A., Rezvani Moghaddam, P., Mollafilabi, A., and Seyyedi, S. M. 2013. The effects of high corm density and manure on agronomic characteristics and corms behavior of Saffron (*Crocus sativus* L.) in the second year.

Journal of Saffron Research 1 (2): 144-155. (in Persian with English abstract). DOI: 10.22077/jsr.2013.441

25. Lin, Y., Watts, D. B., van Santen, E., and Cao, G. 2018. Influence of poultry litter on crop productivity under different field conditions: a meta-analysis. Agronomy Journal 110: 807-818. https://doi.org/10.2134/agronj2017.09.0513
26. Malakouti, M. J., Malakouti, A., Bybordi, I., and Khamesi, E. 2010. Zinc (Zn) is the neglected element in the life cycle of plant, animal, and human health (10th edition with complete revision). Tech. bulletin No. 007. Soil Science Department-Tarbiat Modares University. Sana Pub. Co., Tehran, Iran. 14 pp.
27. Moallem Banhangi, F., Rezvani Moghaddam, P., Asadi, G. A., and Khorramdel, S. 2021. Do corm seeding rate and planting depth influence growth indicators of saffron (*Crocus sativus* L.)? Industrial Crops and Products 174: 114145. https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2021.114145
28. Mohammdi Aria, M., Lakzian, A., Haghnia, Gh., Besharati, H., and Fotovat, A. 2010. The effect of Thiobacillus and Aspergillus on phosphorus availability of enriched rock phosphate with sulfur and vermicompost. Journal of Water and Soil 24: 1-9. (in Persian with English abstract).
29. Mollafilabi, A., and Khorramdel, S. 2016. Effects of cow manure and foliar spraying on agronomic criteria and yield of saffron (*Crocus sativus* L.) in a six-year-old farm. Saffron Agronomy and Technology 3 (4): 237-249. (in Persian with English abstract). DOI: 10.22048/jsat.2016.11897
30. Monamizadeh, Z., Ghasemi, M., and Sadrabadi haghighi, R. 2016. A review on the importance and effect of organic fertilizers in saffron cultivation. Journal of Land Management 4 (1): 55-77. (in Persian with English abstract).
31. Mondal, T., Datta, J. K., and Mondal, N. K. 2017. Chemical fertilizer in conjunction with biofertilizer and vermicompost induced changes in morpho-physiological and bio-chemical traits of mustard crop. Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences 16: 135-144.
32. Pandita, D. 2020. Saffron (*Crocus sativus* L.): phytochemistry, therapeutic significance, and omics-based biology. In Medicinal and Aromatic Plants (pp. 325-396). Academic Press.
33. Rezvani Moghaddam, P., Mohammad Abadi, A. A., Fallahi, H. R., and Aghhavani Shajari, M. 2014. Effects of nutrition management on flower yield and corm growth of saffron (*Crocus sativus* L.). Journal of Horticultural Science 28 (3): 427-434. (in Persian with English abstract).
34. Rezvani Moghaddam, P., Mohammad Abadi, A. A., Fallahi, J., and Aghhavani Shajari, M. 2010. Effects of chemical and organic fertilizers on number of corm and stigma yield of saffron (*Crocus sativus* L.). 59th International Congress and Annual Meeting of the Society for Medicinal Plant and Natural Product Research, Antalya, Turkey.
35. Tabibian, S. A., Labbafi, M., Askari, G. H., Rezaeinezhad, A. R., and Ghomi, H. 2020. Effect of gliding arc discharge plasma pretreatment on drying kinetic, energy consumption and physico-chemical properties of saffron (*Crocus sativus* L.). Journal of Food Engineering 270: 109766.
36. Torkamani, N., and Alikhani, H. A. 2008. Comparison of vermicompost from cattle, sheep and poultry manures at different humidity. 3rd National Congress on Recycling and Use of Renewable Organic Resources in Agriculture, Isfahan. (in Persian with English abstract).
37. Zabihi, H. R., and Feizi, H. 2014. Saffron response to the rate of two kinds of potassium fertilizers. Saffron Agronomy and Technology 2 (3): 191-198. (in Persian with English abstract). DOI: 10.22048/jsat.2014.7809
38. Zabihi, H. R., and Pishbin, M. 2019. Management of basic nutrients and organic matter in the nutrition of saffron fields. Journal of Saffron 1 (2): 1-9. (in Persian with English abstract).